

S PN=JP 4335610

S1 1 PN=JP 4335610

?

T/35

1/35/1

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

10894971

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 4335610 A2 921124 <No. of Patents: 001>

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
-----------	------	------	-----------	------	------

JP 4335610	A2	921124	JP 91107319	A	910513 (BASIC)
------------	----	--------	-------------	---	----------------

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 91107319	A	910513
-------------	---	--------

PATENT FAMILY:

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 4335610 A2 921124

PROJECTION LENS (English)

Patent Assignee: NIPPON KOGAKU KK

Author (Inventor): NAKAJIMA MASAYA

Priority (No,Kind,Date): JP 91107319 A 910513

Applic (No,Kind,Date): JP 91107319 A 910513

IPC: * G02B-009/62

JAPIO Reference No: ; 170182P000122

Language of Document: Japanese

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-335610

(43)Date of publication of application : 24.11.1992

(51)Int.Cl.

G02B 9/62

(21)Application number : 03-107319

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 13.05.1991

(72)Inventor : NAKAJIMA MASAYA

(54) PROJECTION LENS

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a $\square 47^\circ$ wide view angle and back focus which is $\square 2$ times as large as the focal length of the whole system by specifying the composite refracting power of a 1st and a 2nd group, the arrangement of the 2nd group, and the arrangement and refracting power of a 3rd and a 4th group.

CONSTITUTION: The projection lens is equipped with the 1st group G1 with negative refracting power, the 2nd group G2, the 3rd group G3 with positive refracting power, the 4th group G4, and a stop S between the 2nd group G2 and 3rd group G3. Further, the 2nd group G2 is equipped with a cemented lens of a positive and a negative lens. Then conditions shown inequalities I-III are satisfied, where f_{12} is the composite focal length of the 1st group G1 and 2nd group G2, d_2 the on-axis distance from the lens surface of the 1st group G1 which is closest to a liquid crystal display body to the stop S, d_4 the on-axis distance from the lens surface in the 2nd group G2 which is closest to the liquid crystal display body to the stop S, f_3 and f_4 the focal lengths of the 3rd group G3 and 4th group G4, e_3 the on-axis distance from the stop S to the rear principal point of the 3rd group G3, and e_4 the on-axis distance e_4 from the stop S to the rear principal point of the 4th group G4.

$$\begin{aligned} 0.55 < f_{12} / f < 0.75 & \quad \text{I} \\ 0.1 < d_1 / d_2 < 0.4 & \quad \text{II} \\ 3.5 < f_3 e_3 / f_4 e_4 < 3.5 & \quad \text{III} \end{aligned}$$

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-335610

(43) 公開日 平成4年(1992)11月24日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 2 B 9/62

識別記号

庁内整理番号

8106-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数1(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-107319

(22) 出願日 平成3年(1991)5月13日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 中嶋 昌也

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式

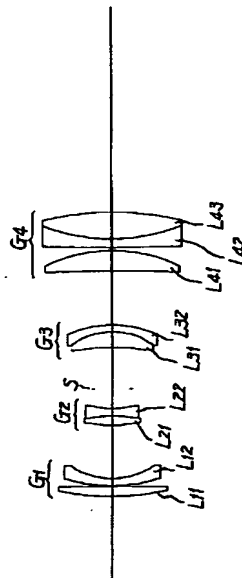
会社ニコン大井製作所内

(54) 【発明の名称】 投影レンズ

(57) 【要約】

【目的】 画角が 47° 以上の広画角で、テレセントリック性を維持しながらも全系の焦点距離の2倍以上のバックフォーカスと優れた結像性能を有する液晶プロジェクターに好適な投影レンズの実現。

【構成】 負の第1及び第2群と、正の第3及び第4群とを有するレトロフォーカス型のレンズ構成を基本とし、第1群と第2群との合成屈折力に関する最適な条件(1)、第2群の配置に関する最適な条件(2)、第3群と第4群との配置及び屈折力に関する最適な条件(3)を見出した。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】スクリーン側から順に、負の屈折力を有する第1群G₁と、負の屈折力を有する第2群G₂と、正の屈折力を有する第3群G₃と、正の屈折力を有する第4群G₄と、前記第2群G₂と前記第3群G₃との間に絞りSとを有し、前記第2群G₂は、正レンズと負レンズとの接合より構成された接合レンズを有し、全系の焦点距離をfとし、第1群G₁と第2群G₂との合成焦点距離をf₁₂、第1群G₁中の最も液晶表示体側のレンズ面から絞りSまでの軸上距離d₁、第2群G₂中の最も液晶表示体側のレンズ面から絞りSまでの軸上距離d₂、第3群G₃の焦点距離をf₃、第4群G₄の焦点距離をf₄、絞りSから第3群G₃の後側主点までの軸上距離をe₃、絞りSから第4群G₄の前側主点までの軸上距離をe₄とすると、以下の条件を満足することを特徴とする投影レンズ。

- (1) $0.55 < f_{12} / f < 0.75$
- (2) $0.1 < d_4 / d_2 < 0.4$
- (3) $2.5 < f_3 e_4 / f_4 e_3 < 3.5$

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は液晶表示素子等の液晶表示体、所謂液晶ライトバルブの画像をスクリーン上に拡大投影して良好な画面を映し出す投影レンズに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来においては、大画面のテレビジョン等のCRTの再生像を得る手法として、B（ブルー）・G（グリーン）・R（レッド）の3色に対応した3本の投影レンズによってCRTの再生像をスクリーン上に拡大投影する投射管型ビデオプロジェクターが普及している。

【0003】一方、近年においては、B・G・Rの3色に対応した液晶表示体（以下、液晶ライトバルブと称する。）の各々に対し、3つに分割された同一光源からの光を透過照明し、各液晶ライトバルブからの光を合成して、3色の液晶ライトバルブ上の画像を1本の投影レンズでスクリーン上に拡大投影する液晶型プロジェクターの開発が盛んに行われている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】液晶型プロジェクターは、従来のビデオプロジェクターによるCRT像を投影する場合と異なり、B・G・Rの各色の液晶ライトバルブからの光を1つの投影レンズへ導くために、ダイクロイックミラー、プリズム等でB・G・Rの各色の光を合成している。このため、これらのダイクロイックミラー、プリズム等の配置空間を確保するために、長いバックフォーカスを有する投影レンズが必要となる。

【0005】また、ダイクロイックミラー等に対する各色の光の角度（画角）による波長特性の維持、及び各色の液晶ライトバルブから垂直に射出する光を利用して高

(2)

特開平4-335610

2

いコントラストの画像の維持が要求される。このため、主光線が傾きが数度以下のテレセントリック性の投影レンズが必要となる。さらに、スクリーン上において液晶ライトバルブの各画素が各色毎に忠実に再現されるためには投影レンズにおいて十分に倍率色収差を補正する必要がある。

【0006】また、液晶型プロジェクターは、ビデオプロジェクターと異なり、画面の歪みを電氣的に処理することが困難であるため、この歪み（歪曲収差）を投影レンズで十分に補正する必要がある。本発明の以上の課題に鑑みてなされたものであり、画角が47°以上の広画角で、テレセントリック性を維持しながらも全系の焦点距離の2倍以上のバックフォーカスと優れた結像性能を有する液晶プロジェクターに好適な投影レンズを提供することを目的としている。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明は、図1に示す如く、スクリーン側から順に、負の屈折力を有する第1群G₁と、負の屈折力を有する第2群G₂と、正の屈折力を有する第3群G₃と、正の屈折力を有する第4群G₄と、前記第2群G₂と前記第3群G₃との間に絞りSとを有し、前記第2群G₂は、正レンズと負レンズとの接合より構成された接合レンズを有し、全系の焦点距離をfとし、第1群G₁と第2群G₂との合成焦点距離をf₁₂、第1群G₁中の最も液晶表示体（液晶ライトバルブ）側のレンズ面から絞りSまでの軸上距離をd₁、第2群G₂中の最も液晶表示体（液晶ライトバルブ）側のレンズ面から絞りSまでの軸上距離をd₂、第3群G₃の焦点距離をf₃、第4群G₄の焦点距離をf₄、絞りSから第3群G₃の後側主点までの軸上距離をe₃、絞りSから第4群G₄の前側主点までの軸上距離をe₄とすると、以下の条件を満足するようにしたものである。

- (1) $0.55 < f_{12} / f < 0.75$
- (2) $0.1 < d_4 / d_2 < 0.4$
- (3) $2.5 < f_3 e_4 / f_4 e_3 < 3.5$

【0008】

【作用】本発明の投影レンズでは、まず全系の焦点距離の2倍以上のバックフォーカスと、テレセントリック性とを維持するために、負の屈折力の前群（第1群G₁と第2群G₂と、正の屈折力の後群（第3群G₃と第4群G₄）とからなるレトロフォーカス型レンズを基本構成として、以下の条件（1）に示す最適な屈折力配分を見出したものである。

- (1) $0.55 < f_{12} / f < 0.75$

但し、

f：全系の焦点距離、

f₁₂：第1群G₁と第2群G₂との合成焦点距離、

である。

【0009】条件（1）の上限を越えると、第1群G₁と第2群G₂との合成屈折力が弱くなり、十分なるバックフ

3

フォーカスの確保が困難となるばかりか、投影レンズの全長及び第1群のレンズ径が大きくなり、自体の大型化を招くことになる。反対に条件(1)の下限を越えると、バックフォーカスを確保する上では有利なもの、第1群G₁と第2群G₂との合成屈折力が強くなり過ぎるため、ベッツパールの値が過大な負の値となつて、像面湾曲が甚大に発生する。しかも、前群(第1群G₁と第2群G₂)と後群(第3群G₃と第4群G₄)との主点間隔が短くなるため、絞りSを配置すべき空間を確保できなくなる。

【0010】また、前述の如く、液晶プロジェクター用の投影レンズでは、スクリーン上において液晶ライトバルブの各画素が各色毎に忠実に再現するため、十分に倍率色収差が補正されている必要がある。そこで、本発明では、倍率色収差を十分にバランス良く補正するため、以下に示す条件(2)を見出した。

$$(2) \quad 0.1 < d_4 / d_2 < 0.4$$

但し、

d₂ : 第1群G₁中の最も液晶表示体(液晶ライトバルブ)側のレンズ面から絞りSまでの軸上距離、

d₄ : 第2群G₂中の最も液晶表示体(液晶ライトバルブ)側のレンズ面から絞りSまでの軸上距離、

【0011】絞りSよりスクリーン側のレンズ群での色収差補正としては、負レンズと正レンズとで接合された接合レンズを有する第2群G₂が主に担っている。ところが、条件(2)の上限を越えると、第2群G₂中の接合レンズが絞りSよりも離れ過ぎるために、この第2群G₂中の接合レンズでの画角による倍率色収差の補正の効果の差が大きくなる。この結果、画角の小さい所では倍率色収差が補正不足、画角の大きい所では倍率色収差が補正過剰となり、投影レンズの結像性能の劣化が著しくなる。

【0012】反対に条件(2)の上限を越えると、第2群G₂中の接合レンズが絞りSよりも近すぎるため、この第2群G₂中の接合レンズでの倍率色収差の補正の効果が薄れてしまい、絞りよりも液晶ライトバルブ側の後群(第3群G₃と第4群G₄)における倍率色収差補正の負担が大きくなる。このため、この後群(第3群G₃と第4群G₄)で倍率色収差補正すると、軸上色収差が補正過剰となり、結果的に倍率色収差と軸上色収差との補正バランスが大きく崩れて、投影レンズの優れた結像性能の確保が困難となる。

【0013】また、前述の如く、液晶プロジェクターは、CRTのビデオプロジェクターと異なり、画面の歪みを電氣的に処理することが困難であるため、この歪み(歪曲収差)を投影レンズで十分に補正する必要がある。このため、本発明では、投影レンズの歪曲収差を良好に補正するための以下に示す条件(3)を見出した。

$$(3) \quad 2.5 < f_3 e_4 / f_4 e_3 < 3.5$$

(3)

特開平4-335610

4

f₃ : 第3群G₃の焦点距離、

f₄ : 第4群G₄の焦点距離、

e₃ : 絞りSから第3群G₃の後側主点までの軸上距離、

e₄ : 絞りSから第4群G₄の前側主点までの軸上距離、

である。

【0014】条件(3)は、第3群G₃と第4群G₄との最適な屈折力配分、及び絞りSに対する第3群G₃と第4群G₄との適切な位置とを規定するものであり、これにより歪曲収差の補正が補償される。本発明では、レトロフォーカス型レンズの構成を基本としているため、負の屈折力の前群(第1群G₁と第2群G₂)と、正の屈折力の後群(第3群G₃と第4群G₄)とでは、いずれも負の歪曲収差が発生するため、この負の歪曲収差の補正が重要である。

【0015】本発明の如き液晶プロジェクター用の投影レンズでは、前述の如く、各色の液晶ライトバルブからの光を合成して投影レンズへ導くためのダイクロイックミラーやプリズム等に対する各色の光の角度(画角)による波長特性の維持、及び各色の液晶ライトバルブから垂直に射出する光を利用して高いコントラストの画像の維持が要求される。このため、液晶プロジェクター用の投影レンズでは、主光線が傾きが数度以下のテレセントリック性の確保が必要となる。しかしながら、投影レンズを単にテレセントリック性にとすると、主光線が後群(第3群G₃と第4群G₄)を通過する位置が高くなるため、負の歪曲収差の発生を抑えることが避けられない。仮に、この負の歪曲収差を補正しようとする、歪曲収差の曲がりが発生、即ち陣笠状の歪曲収差が発生してしまい、不自然な歪みとなり、投影レンズの結像性能の劣化が避けられない。

【0016】そこで、本発明では、条件(3)によって、後群(第3群G₃と第4群G₄)の正の屈折力を絞りSに近いレンズ群(第3群G₃)と、絞りSから離れたレンズ群(第4群G₄)とに分割して配置し、絞りSから離れたレンズ群(第4群G₄)の屈折力を弱めることにより、負の歪曲収差の発生を軽減できることを見出している。条件(3)の上限を越えると、後群(第3群G₃と第4群G₄)の絞りSから離れたレンズ群(第4群G₄)が担う正の屈折力が大きくなる。このため、バックフォーカスが短くなるので、各色の液晶ライトバルブからの光を合成して投影レンズへ導くためのダイクロイックミラーやプリズム等の配置空間が確保できなくなる。しかも、投影レンズの射出位置が液晶ライトバルブ側に近づくテレセントリック性が維持できなくなる。この結果、各色の液晶ライトバルブからの光を合成して投影レンズへ導くためのダイクロイックミラーやプリズム等に対する各色の光の角度(画角)による波長特性の維持と、各色の液晶ライトバルブから垂直に射出する光を利用して高いコントラストの画像の維持とが困難となる。

【0017】さて、本発明において、より十分なる負の

5

歪曲収差の補正を果たすためには、第1群G₁は、スクリーン側により強い曲率の面を向けた正レンズと、スクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズとをすることが望ましい。これにより、この第1群G₁中の正レンズの液晶ライトバルブ側の面に対し比較的大きな入射角で主光線が入射するため、歪曲収差を正の方向に発生させることができる。

【0018】また、より倍率色収差をバランス良く補正するには、以下の条件を満足することがより望ましい。

$$(4) \quad -9 < \nu_{11} - \nu_{12} < 25$$

$$(5) \quad -40 < \nu_{21} - \nu_{22} < -18$$

但し、

ν_{11} : 第1群G₁中でのスクリーン側により強い曲率の面を向けた正レンズのアップ数、

ν_{12} : 第1群G₁中でのスクリーン側に凸面を向けた負メニスカスレンズのアップ数、

ν_{21} : 第2群G₂の接合レンズ中の正レンズのアップ数を

ν_{21} 、

ν_{22} : 第2群G₂の接合レンズ中の負レンズのアップ数を

ν_{22} 、

である。

【0019】条件(4)の上限を越えると、第1群G₁中での正レンズと負メニスカスレンズとによる色収差補正の効果が強くなり過ぎ、大画角になるに従って、急激に倍率色収差が甚大に補正過剰となる。反対に条件(4)の下限を越えると、倍率色収差が補正不足となるので好ましくない。条件(5)の条件を越えると倍率色収差が補正過剰となり、逆に条件(5)の条件を越えると、倍率色収差が補正不足となるので好ましくない。

【0020】また、非点収差をバランス良く補正するには、第4群G₄は、液晶ライトバルブ側により強い曲率の面を向けた正レンズと、負レンズと正レンズとで接合されて全体として液晶ライトバルブ側により強い曲率の面を向けた接合レンズとを有することがより好ましい。すなわち、正レンズと接合レンズとは、液晶ライトバルブ側に強い曲率の凸面を向け、スクリーン側に弱い曲率の凸面もしくは凹面を向けた形状とすることにより、正レンズと接合レンズとの各レンズ面に対する主光線の入射角度を平均的に小さくできるため、非点収差の発生を最小限に抑えることができる。

【0021】

【実施例】図1は本発明による第1及び第2実施例のレンズ構成図を示している。図1に示すとおり、スクリーン側から順に、負の屈折力を有する第1群G₁と、負の屈折力を有する第2群G₂と、正の屈折力を有する第3群G₃と、正の屈折力を有する第4群G₄と、第2群G₂と第3群G₃との間に絞りSとを有し、第1群G₁と第2群G₂とで負の屈折力の前群が構成され、第3群G₃と第4群G₄とで正の屈折力の後群が構成されている。すなわち、本発明に

$$f_1 / f = 0.617, \quad d_4 / d_2 = 0.30, \quad f_3 e_4 / f_4 e_3 = 2.755$$

(4)

特開平4-335610

6

よる各実施例の投影レンズともレトロフォーカス型レンズを基本構成としている。

【0022】第1群G₁は、スクリーン側により強い曲率の面を向けた正レンズL₁₁と、スクリーン側に凸面を向けたメニスカスレンズL₁₂とからなり、第2群G₂は、両凸形状の正レンズL₂₁とこれに接合された両凹形状の負レンズL₂₂とからなる。そして、第3群G₃は、液晶ライトバルブ側に凸面を向けた正メニスカスレンズL₃₁と、これに接合されて液晶ライトバルブ側に凸面を向けた負メニスカスレンズL₃₂とからなり、第4群G₄は、液晶ライトバルブ側により強い曲率の面を向けた正レンズL₄₁と、液晶ライトバルブ側に凹面を向けた負レンズL₄₂と、これに接合されて両凸形状の正レンズL₄₃とからなっている。

【0023】ここで、正レンズL₂₁と負レンズL₂₂とで構成される接合レンズは、スクリーン側に凸面を向けたメニスカス形状を有しており、正メニスカスレンズL₃₁と負メニスカスレンズL₃₂とで構成される接合レンズは、液晶ライトバルブ側に凸面を向けた形状を有している。そして、負レンズL₄₂と正レンズL₄₃とで構成される接合レンズは、液晶ライトバルブ側により強い曲率の面を向けた両凸形状を有している。

【0024】さて、以下において本発明における第1及び第2実施例の諸元の値及び条件対応数値を掲げる。但し、左端の数字は物体側からの順序を表し、rはレンズ面の曲率半径、dはレンズ面間隔、 ν はアップ数、nはd線($\lambda=587.6\text{nm}$)における屈折率、fは全系の焦点距離、F_{no}はFナンバー、 2ω は画角(°)、d₁は第3群の最も液晶ライトバルブ側面(第7面)から絞りSまでの軸上距離を表している。

【0025】 Example 1
【第1実施例】 $f=128.6$, $F_{no}=8.0$, $2\omega=48^\circ$

No	r	d	ν	n
1	151.119	7.00	64.10	1.51872
2	∞	0.50		
3	93.512	5.00	64.55	1.80822
4	41.499	37.50		
5	88.050	6.50	33.75	1.65286
6	-84.023	5.00	60.14	1.62287
7	47.914	43.00		
8	-124.341	11.00	82.52	1.49926
9	-40.066	5.00	51.35	1.52926
10	-62.099	38.00		
11	-1102.910	14.30	82.52	1.49926
12	-88.050	2.20		
13	1108.160	6.00	39.82	1.87513
14	107.827	19.00	82.52	1.49926
15	-157.736	(Bf)		

Bf=280.00, $d_1=14.00$

7

8

$$\nu_{11} - \nu_{12} = 17.6, \nu_{21} - \nu_{22} = -26.4$$

[0026]

Example 2

(第2実施例) $f = 128.6$, $F_{10} = 7.9$, $2\omega = 48^\circ$

No	r	d	ν	n
1	165.037	7.00	64.10	1.51872
2	-1678.660	0.50		
3	124.341	5.00	64.55	1.80822
4	45.153	34.00		
5	72.310	8.00	33.75	1.65286
6	-220.073	6.00	67.87	1.59527

$$f_1 / f = 0.654, d_4 / d_2 = 0.23, f_3 e_4 / f_4 e_3 = 3.023$$

$$\nu_{11} - \nu_{12} = 17.6, \nu_{21} - \nu_{22} = -34.1$$

以上の諸元表に示す如く、画角が 47° 以上の広画面で、テレセントリック性を維持しながら全系の焦点距離の2倍以上のバックフォーカスを有する比較的コンパクトな投影レンズが達成されていることが明らかである。

【0027】図2、図3には、それぞれ本発明による第1及び第2実施例の諸収差図を示している。各収差図におけるEは基準光線のE線($\lambda = 546.1\text{nm}$)、FはF線($\lambda = 486.1\text{nm}$)、CはC線($\lambda = 656.3\text{nm}$)による収差曲線をそれぞれ示している。各収差図の比較より、何れの実施例とも、諸収差が良好かつバランス良く補正されており、特に液晶用の投影レンズにおいて問題となる歪曲収差や倍率色収差が極めて良好に補正されていることが明らかである。

【0028】

【発明の効果】以上の如く、本発明によれば、画角が 47° 以上の広画面で、テレセントリック性を維持しながら全系の焦点距離の2倍以上のバックフォーカスと優れた結像性能とを有する高品位対応の液晶プロジェクターに好適で比較的コンパクトな投影レンズを達成することができる。

*7	44.148	47.00
8	-121.136	8.50 82.52 1.49926
9	-39.999	5.00 51.35 1.52926
10	-63.390	38.00
11	-559.900	15.00 82.52 1.49926
12	-85.727	1.00
13	792.450	6.00 39.82 1.87513
14	109.110	19.00 82.52 1.49926
10 15	-159.009	(Bf)

$$* \quad Bf = 279.59, d_4 = 15.00$$

$$f_3 e_4 / f_4 e_3 = 3.023$$

【0029】これにより、B・G・Rの各色の液晶ライトバルブからの光を合成して1つの投影レンズへ導くためのダイクロイックミラー、プリズム等の配置空間が確保され、ダイクロイックミラー等に対する各色の光の角度(画角)による波長特性の維持、及び各色の液晶ライトバルブから垂直に射出する光を利用して高いコントラストの画像の維持が補償される。しかも、倍率色収差をバランス良く補正できるために、スクリーン上において液晶ライトバルブの各画素を各色毎に忠実に再現でき、また歪曲収差も良好に補正できるために、画面の歪み発生させることなく優れた画質を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による第1及び第2実施例のレンズ構成図。

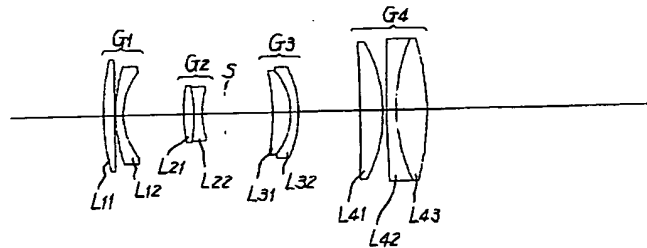
【図2】本発明による第1実施例の諸収差図。

【図3】本発明による第2実施例の諸収差図。

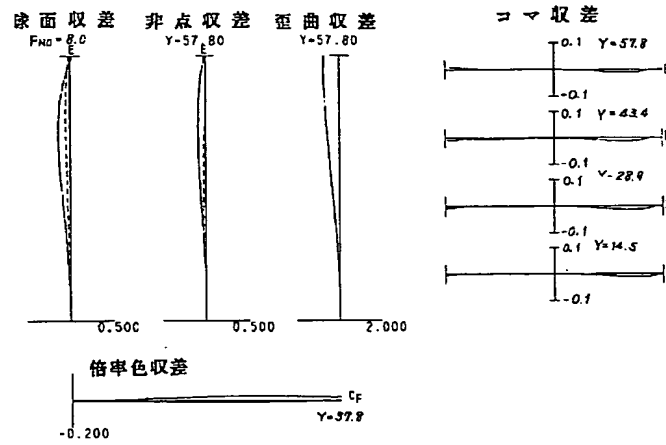
【主要部分の符号の説明】

G₁ ……第1群、G₂ ……第2群、G₃ ……第3群、G₄ ……第4群、S ……絞り

【図1】



【図2】



【図3】

